

## Beschreibung

### Organoresistiver Speicher

5 Die Erfindung betrifft einen Speicher für die organische Elektronik und ein Schaltungskonzept dazu.

Bekannt sind Speicherelemente, die nahezu für alle elektronischen Bauteile benötigt werden. In konventioneller "Silizium-Elektronik" sind eine Reihe von Speicher Prinzipien bekannt, 10 sowohl flüchtig (z.B. DRAM), als auch nicht flüchtig (z.B. Flash). Bei den nichtflüchtigen gibt es noch den Unterschied zwischen Einmal-Beschreiben eines Speichers (WORM: Write once read many) und R/W: beliebiges Beschreiben und Lesen. Bei der 15 neuartigen sogenannten Polymerelektronik (obwohl, was der Begriff "polymer" nicht vermuten ließe, auch small molecules eingesetzt werden), bei der integrierte elektronische Schaltungen basierend auf organischen Halbleitern und u.U. auch organischen Leitern und Isolatoren aufgebaut werden, sind 20 diese bekannten Typen nicht einsetzbar.

Es sind auch organische Speicher, z.B. von der Firma Thin film electronics ([www.thinfilm.se](http://www.thinfilm.se)) bekannt, diese werden jedoch alle mit herkömmlicher Silizium Technik Elektronik verbunden oder anders, z.B. optisch oder magnetisch ausgelesen. 25

Es ist daher die Aufgabe der Erfindung, ein Speicherelement zu schaffen, das in die organischen Elektronik integriert werden kann, so dass dessen Herstellung in den Herstellungs- 30 prozess eines anderen organischen Bauelements integriert werden kann, wobei die Kosten für einen solchen Speicher auch deutlich niedriger als die für einen herkömmlichen sein dürften.

35 Gegenstand der Erfindung ist ein Speicherelement, das im wesentlichen aus organischem Material geschaffen ist, wobei die Speicherfunktion des Bauelements dadurch erfolgt, dass ein

organoresistives Material in einem Elektrolyten eingebettet als Speicher genutzt wird. Außerdem ist Gegenstand der Erfindung ein Schaltungskonzept für ein Speicherelement, wobei der Schaltungsaufbau zwischen einer Masse und einer Versorgungs-

5 spannung ist und zumindest einen Widerstand, ein organoresistives Leiterelement, eingebettet in einen Elektrolyten und eine Steuerelektrode umfasst.

Die bekannten organischen leitfähigen Materialien, wie z.B.

10 Polyanilin, Emeraldin Salz (Pani) oder PEDOT/PSS basieren auf konjugierten Kohlenstoffketten, die mit einem weiteren Material (z.B. einer Säure) durch Dotierung elektrisch leitfähig gemacht werden. Diese Materialien haben typischerweise die

15 Eigenschaft, dass durch elektrochemische Reaktionen sich sowohl die Farbe ändert (elektrochromer Effekt) als auch der elektrische Widerstand. Die Widerstandsänderung, die typischerweise bei einer Redoxreaktion auftritt, ist sehr groß, der Widerstand (bzw. die Leitfähigkeit) wird dabei von einem Redox-Zustand zum nächsten um mehrere Größenordnungen verändert. Diese Materialien werden "organoresistiv" genannt. Die Veränderung der Leitfähigkeit und/oder der Farbe ist sehr einfach nachzuweisen. Je nachdem, welcher Prozess ausgenutzt wird, ist die Reaktion reversibel oder irreversibel.

25 Dieser Effekt wird vorliegend ausgenutzt, um Speicherelemente aufzubauen.

In der weiter unten in Figur 2 beschriebenen Schaltung wird ein Leitungselement aus dem organisch leitfähigen Material so 30 mit-integriert, dass es durch das Anlegen einer elektrischen Spannung leitfähig oder (weitgehend) isolierend wird und dies reversibel oder irreversibel. Durch bestimmte Verschaltung(en) kann dieser Effekt dann als Signal (0 oder 1) ausgelernt werden. Eventuell lassen sich sogar Mittelwerte, d.h. 35 mittlere Widerstandswerte einstellen und somit kann eine höhere Speicherdichte realisiert werden (z.B. 4bit pro Ele-

ment), wie dies prinzipiell auch bei einigen Flash-Speicher-Prinzipien gemacht wird.

Als Materialien für den Speicher kommen alle Materialien in 5 Frage, die ihren Widerstandswert durch elektrochemische Reaktionen ändern, speziell aber alle organischen Halbleitermaterialien, die durch Dotierung leitfähig gemacht werden können. Das Prinzip ist nicht auf Polymere beschränkt. Es werden bekannte elektrochrome Materialien, beispielsweise PEDOT/PSS 10 oder PANI erfolgreich eingesetzt.

Bei der Materialwahl ist allerdings nicht der elektrochrome Effekt entscheidend, sondern die elektrisch einstellbare Widerstandsänderung. Somit können prinzipiell alle intrinsisch 15 leitfähigen und halbleitenden organischen Materialien verwendet werden, neben den oben genannten PEDOT und PANI also beispielsweise Polypyrrol, Polythiophen, Polyfluoren, PPV, PTV oder Mischungen davon oder in Mischungen mit anderen Materialien (die beispielsweise zur Dotierung genommen werden), also 20 gemischte Verbindungen hieraus oder auch kleinere Moleküle wie Pentazen oder Tetrazen. In der Regel also alle organisch basierten Materialien, die konjugierte Ketten beinhalten. Dabei ist in der Regel noch ein sogenanntes Dotiermaterial beigemischt, um die Leitfähigkeit zu erhöhen. Vorteilhaft ist, 25 wenn diese Materialien in Lösungsmitteln löslich sind und entsprechend mit den gleichen Verfahren hergestellt werden können wie organische Transistoren und Schaltungen hergestellt werden. Dabei sind insbesondere Druckverfahren interessant.

30

Durch das verwendete Material lässt sich die Herstellung des Speichers problemlos in den Herstellungsprozess organischer elektronischer Bauteile integrieren.

35

Im folgenden wird die Erfahrung noch anhand zweier Figuren, die bevorzugte Ausführungsformen zeigen, näher erläutert:

Figur 1 zeigt den prinzipiellen Aufbau des organoresistiven Speichers:

5 Figur 2 zeigt einen Schaltungsvorschlag zum Betreiben und Auslesen des Speichers.

Figur 1 zeigt einen Querschnitt durch einen organoresistiven Speicher: Auf einem Substrat 1 ist das organoresistive Material 2 strukturiert aufgebracht. Ebenfalls auf dem Substrat 1 ist eine leitfähige Schicht 3 strukturiert so aufgebracht, dass sie mit dem Material 2 keinen direkten unmittelbaren Kontakt hat.

15 Das ist der laterale Aufbau, wobei ein vertikaler Aufbau auch realisiert werden kann, bei dem die beiden Schichten 2 und 3 zwar auf dem Substrat aber übereinander liegen und nur durch die Elektrolytschicht 4 voneinander getrennt sind. Dabei ist es unerheblich, welche der beiden Schichten direkt an das  
20 Substrat anschließt und welche durch den Elektrolyten von der "unteren", jedenfalls direkt an das Substrat anschließenden getrennt, "oben" liegt. Dabei ist es durchaus denkbar, dass das Substrat nicht unten ist sondern beispielsweise seitlich oder oben angeordnet ist, jedenfalls ist ein vertikaler Auf-  
25 bau, senkrecht auf das Substrat stehend ebenso realisierbar wie der beschriebene und in der Figur gezeigte laterale, bei dem die beiden Materialien parallel zum Substrat und auf einer Höhe liegen.

30 Beide strukturierten Schichten 2 und 3 sind in eine Elektrolytschicht 4 eingebettet. Die Elektrolytschicht 4 kann flüssig oder fest sein, solange durch sie hindurch ein Ionenstromfluss möglich ist. Es gibt beispielsweise Fest-Elektrolyten, wie Polymerelektrolyten, die sich dazu eignen.

35 Durch Anlegen einer elektrischen Spannung zwischen 2 und 3 wird einen Ionenfluss durch 4 initiiert, wodurch das organo-

resistive Material 2 entweder oxidiert oder reduziert wird und damit leitfähig oder isolierend gemacht wird. Bei den meisten der organoresistiven Materialien ändert sich mit der Leitfähigkeit auch die Farbe, so dass diese Materialien auch 5 die Möglichkeiten eröffnen, Speicher zu konstruieren, die (auch) optisch ausgelesen werden können.

Figur 2 zeigt einen Schaltungsaufbau zum Betreiben und Auslesen des Speichers:

10 Der Schaltungsaufbau ist zwischen einer Versorgungsspannung 5 und einer Masse 6 aufgebaut und besteht aus einem Widerstand 7, der beispielsweise auch ein steuerbarer organischer Transistor (z.B. OFET) sein kann, und dem organoresistiven Element 8 als Spannungsteiler. Das organoresistive Element 8 besteht 15 wiederum aus dem organoresistiven Leiterelement 9 und der Steuerelektrode 11, die beide von einem Elektrolyten 10 umgeben (bzw. als Schicht darüber) sind. Mit Hilfe der Steuerelektrode 11 lässt sich nun mittels einer Spannung 12 (auch Erregerspannung genannt) über einen Ionenstrom durch den Elektrolyten 10 der Widerstand in 9 variieren. Diese Variation 20 wiederum bewirkt, dass sich die Spannung zwischen 8 und 7 ändert, was am Ausgangspunkt 13 abgegriffen werden kann. Somit kann über die Spannung an 13 der Zustand des Speichers ausgelesen (logisch 1 oder 0 oder auch Zwischenwerte) werden. Da- 25 bei liegt an 13 eine hohe Spannung an, wenn das organoresistive Element hochohmig im Vergleich zu 7 ist und eine niedrige, wenn es niederohmig im Vergleich zu 7 ist.

30 Dieses Grundelement kann in einer Schaltung oder in einem eigenen Aufbau (z.B. ein matrixartiger Aufbau) beliebig genutzt werden, somit hat man je nach Auswahl der Materialien und Wahl der Erregerspannungen einen flüchtigen oder nichtflüchtigen, einmal oder mehrfach beschreibbaren Speicher.

35 Zur Erreichung größerer Speicherdichten ist auch ein Matrix-Aufbau der einzelnen Speicherelemente möglich, wie dies von anderen Speicherprinzipien (z.B. DRAM) schon bekannt ist.

Die Erfindung eröffnet erstmals die Möglichkeit, in einem bekannten Herstellungsprozess für organische elektronische Baulemente einen organischen Speicher zu produzieren, weil der

5 Speicher im wesentlichen aus den gleichen organoresistiven Materialien wie die organischen elektronischen Bauelemente selbst aufgebaut ist. Zudem offenbart die Erfindung einen Schaltungsbaustein, durch den beliebige Speicher, also flüchtige und nichtflüchtige, einmal oder mehrfach beschreibbare

10 Speicher ebenso in einem bekannten Herstellungsprozess darstellbar sind.

## Patentansprüche

1. Speicherelement, das im wesentlichen aus organischem Material geschaffen ist, wobei die Speicherfunktion des Bauelements dadurch erfolgt, dass ein organoresistives Material in einem Elektrolyten eingebettet ist.
- 5 2. Speicherelement nach Anspruch 1, wobei das organoresistive Material durch einen Elektrolyten von einem leitfähigen Material getrennt ist, so dass durch Anlegen einer Spannung an das leitfähige Material der Ionenstromfluss durch den Elektrolyten eine auslesbare Änderung der Leitfähigkeit und/oder der Farbe in dem organoresistiven Material bewirkt.
- 10 3. Speicherelement nach einem der Ansprüche 1 oder 2, wobei das organoresistive Material strukturiert auf einem Substrat angeordnet ist.
- 15 4. Speicherelement nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei dem die organoresistiven Materialien auf konjugierten Ketten basieren.
- 20 5. Speicherelement nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei dem der Elektrolyt wasserbasiert und/oder fest ist.
- 25 6. Speicherelement nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei dem das organoresistive Material und/oder die Materialmischung löslich ist und in Lösung verarbeitbar ist.
- 30 7. Schaltungskonzept für ein Speicherelement, wobei der Schaltungsaufbau zwischen einer Masse und einer Versorgungsspannung erfolgt und zumindest einen Widerstand, ein organoresistives Leiterelement, eingebettet in einen Elektrolyten und eine Steuerelektrode umfasst.
- 35

8. Schaltungskonzept nach Anspruch 7, wobei der Aufbau der Speicher in einer Matrix-Anordnung zur Erreichung einer höheren Speicherdichte erfolgt.

## Zusammenfassung

### Organoresistiver Speicher

5 Die Erfindung eröffnet erstmals die Möglichkeit, in einem bekannten Herstellungsprozess für organische elektronische Baulemente einen organischen Speicher zu produzieren, weil der Speicher im wesentlichen aus den gleichen organoresistiven Materialien wie die organischen elektronischen Bauelemente

10 selbst aufgebaut ist. Zudem offenbart die Erfindung einen Schaltungsbaustein, durch den beliebige Speicher, also flüchtige und nichtflüchtige, einmal oder mehrfach beschreibbare Speicher ebenso in einem bekannten Herstellungsprozess darstellbar sind.

15 Figur 1